PART2 アイソスタシー

目標　アイソスタシーが成立しているとはどのような状態かを説明できる。

Chapter1　岩石の性質とアイソスタシー

近地地震の走時曲線からは地殻の厚さを推定できるということを学びました。この地殻の厚さは，地形とどのような関係があるのでしょうか。

地殻と上部マントルの性質 （地学基礎）

・**大陸地殻と海洋地殻**

	表面付近のおもな岩石	およその厚さ
大陸地殻	（玄武岩 / 花こう岩）	（5～10km / 30～60km）
海洋地殻	（玄武岩 / 花こう岩）	（5～10km / 30～60km）

復習

地殻とマントル（地学基礎）
どちらも固体の岩石からなり，岩石の種類が異なっている。

・**上部マントル**

おもに（安山岩 / かんらん岩）からなる。

・**岩石の密度**

SiO_2 の割合の大きな岩石ほど密度が（大きい / 小さい）傾向があり，大陸地殻，海洋地殻，上部マントルをくらべると

（密度小）＿＿＿＿＿ ＜ ＿＿＿＿＿ ＜ ＿＿＿＿＿（密度大）

の順になっている。

復習

火成岩の分類（地学基礎）
玄武岩…苦鉄質の〔SiO_2 が少ない〕火山岩
花こう岩…ケイ長質の〔SiO_2 が多い〕深成岩
かんらん岩…超苦鉄質の〔SiO_2 がとても少ない〕深成岩

アイソスタシー

・**地殻の重さとマントルの変形**

マントルは基本的に固体の状態だが，長い時間で見ると流動的な性質をもつ。そのため，上に乗っている地殻や海水などの重さによって変形する。

・**アイソスタシーの考え方**

流動性をもつマントルの上に流動性をもたない地殻が乗っている，という状態は，水の上に木片が浮かんでいるのと同

じような状態だと考えることができる。

これは,

「重力と浮力がつり合うことによって，地殻が静止している」

といえて，この状態を**アイソスタシー**という。

地殻の重さ ＝ 地殻にはたらく浮力

＝ 地殻が押しのけたマントルの重さ

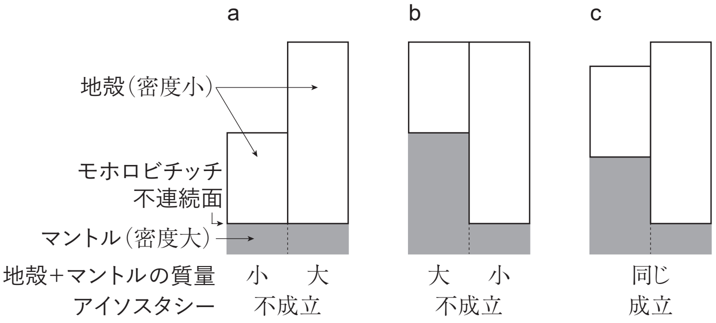
と考えると，アイソスタシーは

「マントル内の同じ深さに着目したとき，単位面積にはたらく物質の重さが場所によらず等しい」

状態だと言い換えることもできる。重さは質量と重力加速度の積なので，重力加速度が一定だと考えると，アイソスタシーは

「マントル内の同じ深さに着目したとき，単位面積の上にある物質の質量が場所によらず等しい」

という状態だといえる。



→アイソスタシーが成り立っていれば，地殻が厚いほど地表面が盛り上がり〔標高が高く〕，かつモホロビチッチ不連続面がマントル内の（深い ／ 浅い）ところに位置していると考えられる。

まとめ

・「重力と浮力がつり合うことによって，地殻が静止している」という状態のことを＿＿＿＿＿＿という。

・この状態では，マントル内の同じ深さに着目したとき，単位面積の上にある物質の＿＿＿＿は場所によらず等しい。

復習

アルキメデスの原理（地学基礎）
流体中の物体は，それが押しのけている流体の重さと等しい大きさの浮力を受ける。

知っておこう

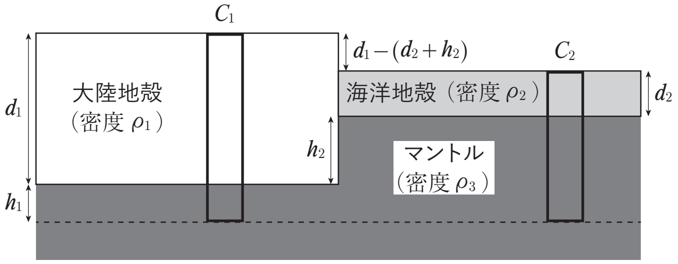
左の図の **c** は，水に氷が浮いているのと同じような状態です。**a** や **b** の状態で静止させるためには，たとえば質量が大きい側を下から持ち上げ続ける必要があります。

このように考えると，アイソスタシー（isostasy）とは，重力と浮力がつり合うことによって，ほかの力を受けなくても地殻が静止している状態だといえます。厚い地殻は，マントル内の深いところまで入り込むことにより，重力とちょうどつり合うだけの浮力を得て浮かんでいると考えることができますね！

Chapter2　演習問題

ここでは，具体的な数値を用いて，アイソスタシーについて検討してみましょう。

問題(1)　次の図のように大陸地域と海洋地域が隣り合っていて，これらの間でアイソスタシーが成り立っているとします。大陸地殻，海洋地殻，マントルの密度をそれぞれρ_1，ρ_2，ρ_3として，下の文章中の空欄［　**ア**　］～［　**カ**　］に入る式を答えましょう。式には問題文と図中にある文字を用いてください。



大陸地域と海洋地域について，図のような底面積がSの柱C_1，C_2を考える。大陸地域の柱の質量をM_1，海洋地域の柱の質量をM_2として，これらを求めよう。

まず，C_1のうち大陸地殻の部分の体積は，底面積と高さの積，すなわち［　**ア**　］である。よって，この部分の質量は［　**イ**　］と表せる。また，C_1のうち，マントルの部分についても同じように考えて，その質量は［　**ウ**　］と表せる。よって，

$M_1=$［　**イ**　］＋［　**ウ**　］

　　＝［　**エ**　］

である。

C_2についても同じように式を立てると，

$M_2=$［　**オ**　］

と表せる。

ここがPOINT

密度は単位体積あたりの質量なので，

（密度）×（体積）＝（質量）

です！

アイソスタシーが成り立っているとき

$$M_1 = M_2$$

であるから，

$$\rho_1 d_1 = [\quad \textbf{カ} \quad]$$

と表せる。

問題⑵　**問題⑴**の地域について，$\rho_1 = 2.7\mathrm{g/cm^3}$，$\rho_2 = 3.0\mathrm{g/cm^3}$，$\rho_3 = 3.3\mathrm{g/cm^3}$ とします。また，$d_1 = 30\mathrm{km}$，$d_2 = 5.0\mathrm{km}$ とします。このときの h_2 は何 km か，**問題⑴**の結果をもとにして求めましょう。また，その値を海洋地殻の上面と大陸地殻の上面の高さの差〔$d_1 - (d_2 + h_2)$〕と比較して，どちらが大きいかを答えましょう。

第1講 PART2 確認問題

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

問1 水中では，水より密度の小さい木片は浮かぶ。マントルは（ ア ）からできているが，長い時間で見ると，液体のようなゆっくりした流動性を示す。地殻はマントルより密度が小さいため，まるで水に浮かぶ木片のように，マントルに浮かんだような状態になる。これは地殻が受ける重力と浮力がつり合うためであり，このつり合いを（ イ ）という。いまの場合，浮力の大きさは地殻が押しのけたマントルの重さに等しいため，マントル内の同じ深さで考えると，単位面積の上にある物質の（ ウ ）はどこでも等しいということになる。

(1) 空欄アに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 花こう岩　② 閃緑岩
③ 斑れい岩　④ かんらん岩

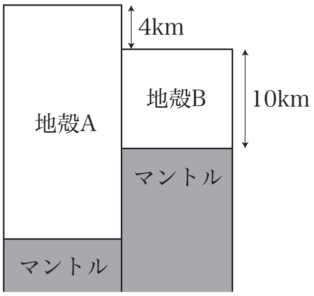
(2) 空欄イに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ジオイド　② アイソスタシー
③ アセノスフェア　④ プルーム

(3) 空欄ウに当てはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 重さ　② 密度
③ 温度　④ 重力加速度

⑷ 次の図において，空欄イの状態が成り立っているものとする。地殻 A の厚さとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，地殻の密度を 2.7 g/cm^3，マントルの密度を 3.3 g/cm^3 とする。



① 28km　　② 32km
③ 40km　　④ 48km

第 1 講　地震波と地球の内部構造

PART1　近地地震の走時曲線

問題(1)　ア：80 km　イ：64 km　ウ：4.5 s　エ：144 km

問題(2)　2 倍，2 倍，2 倍，傾き，2 倍，比例する

PART2　アイソスタシー

問題(1)　ア：Sd_1　イ：$\rho_1 Sd_1$　ウ：$\rho_3 Sh_1$

エ：$S(\rho_1 d_1 + \rho_3 h_1)$　オ：$S\{\rho_2 d_2 + \rho_3 (h_1 + h_2)\}$

カ：$\rho_2 d_2 + \rho_3 h_2$

問題(2)　20 km，h_2 の方が大きい

PART3　遠地地震の走時曲線

問題(1)　ア：AH　イ：OA　ウ：$2R\sin\frac{\Delta}{2}$

問題(2)　0，21，37，43　【※図参照】

問題(3)　4000 km

問題(4)　大きすぎる，大きく

PART4　地球内部を構成する物質

問題(1)　ア：$\frac{4}{3}\pi R_0^3$　イ：$\frac{4}{3}\pi R_1^3$　ウ：$\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^3$

エ：$\rho_0 V_0$　オ：$\rho_1 V_1$　カ：$\frac{\rho_1 V_1}{\rho_0 V_0}$　キ：$\frac{\rho_1}{\rho_0}\left(\frac{R_1}{R_0}\right)^3$

問題(2)　ク：0.33　ケ：84

第1講　PART2　確認問題　解答

問1

（1）④

解説：
上部マントルは主にかんらん岩からできている。

（2）②

解説：
地殻は流動性のあるマントルに浮いている状態といえ，地殻にはたらく重力と浮力がつり合うことにより，地殻は静止した状態に保たれている。この状態を，アイソスタシーという。

（3）①

解説：
浮力の大きさは押しのけた物質の重さに等しいので，マントル内の同じ深さでは，単位面積にかかる重さが等しくなる。

（4）②

解説：
単位面積の上にある物質の質量が等しいことから，密度と厚さの積の総和も等しい。
よって，地殻 A の厚さを x とおくと，

$$2.7\text{g/cm}^3 \times x = 2.7\text{g/cm}^3 \times 10\text{km} + 3.3\text{g/cm}^3 \times (x - 4\text{km} - 10\text{km})$$

より，$x = 32$ km